

반응표면 실험계획법에 의한 인삼젤리의 견고성에 미치는 각성분의 영향

이형옥 · 성현순 · 서기봉

한국인삼연초연구소 인삼제품연구실

The Effect of Ingredients on the Hardness of Ginseng Jelly by Response Surface Methodology

Hyung-Ok Lee, Hyun-Soon Sung and Kee-Bong Suh

Laboratory of Ginseng Products, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Daejeon

Abstract

The effect of ingredients on the hardness of ginseng jelly were studied by response surface methodology and observed by multiple regression equation ($R_A^2 = 0.8660$) and response surface contour. The hardness of ginseng jelly was directly influenced by the order of the contents of glucose > gelatin > sucrose > water > citric acid and it was also affected interactions of water and glucose.

서 론

식품의 관능적인 품질을 결정짓는 요소로는 크게 겉 모양(appearance)과 풍미(flavor)와 조직감(texture)으로 나눌수 있으며 특히 겔(gel)상 식품에서는 조직감이 대단히 중요하여 입안에서 느끼는 감촉이 풍미에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 식품의 조직감 특성으로는 견고성, 응집성, 점성, 탄성, 접착성등으로 고찰되고 있다.^(1,2) 조직감 특성은 관능적인 평가방법과 이에 상응하는 기계적인 방법으로 측정되고 있으며 Szczesniak 들에 의하면 이들의 상관관계가 높은것으로 보고된 바 있다.^(3,4,5) 또한 근래에 이르러 반응표면 실험계획법(response surface methodology)^(6,7)에 의한 제품의 품질관리, 제조공정의 개선 및 새로운 제품의 개발을 위한 연구가 이루어지고 있다. 즉 Kissel⁽⁸⁻¹¹⁾들에 의한 케익 품질에 대한 연구, Carol^(12,13)들에 의한 대두제품의 최적화 방안, Smith⁽¹⁴⁾들에 의한 유지방 유효물의 공정개선, Ahmed⁽¹⁵⁾들에 의한 생선과이의 최적 배합, Sullivan^(16,17)들에 의한 건조과실류의 제조공정개선등의 연구가 발표된 바 있다. 본 실험에서는 인삼의 고미와 어울릴 수 있는 비교적 높은 pH 범위에서도 안정하며^(18,19) wine gum jelly 와 같은 우수한 조직감을 제품에 줄 수 있는 겔 형성제로서 펙틴대신 젤라틴과 젤라틴의 물성을 보완하는 gum arabic 을 선정하였고,⁽²⁰⁾ 시료로 제조하여 사용한 젤리의 조직감 특성 중 특히 견고성에 대한 각 구성성분의 영향과 이들 성분간의 교호작용을 반응표면 실험계획법에 의하여 조사

하여 인삼젤리 제조시 우수한 조직감 형성을 위한 기초자료로서 소비자의 기호에 부응한 복용과 휴대가 간편한 검형태의 인삼젤리를 개발코자 시도하였다.

재료 및 방법

재료

인삼은 전매청 고려인삼장에서 제조한 홍삼 H₂O-Ext 를 사용하였고, gum arabic 과 citric acid 는 1급시약을, 젤라틴(삼미, 230Bloom)과 설탕(제일제당), 포도당 시럽(샘표)은 시중에서 구입하여 사용 하였다.

실험계획

젤리의 기본 배합성분 및 비율은 Table. 1과 같으며, 제품의 조직감 특성 중 관능평가와의 상관관계가 높고^(3,4) 제품의 특성상 기계적 측정이 용이한 견고성(hardness)을 반응표면으로 하고, 이 반응표면을 2차 회귀모형(second order regression model)으로 가정하여 Table 1의 기본배합비율을 중심으로 1수준이 되도록 하고 전체 3수준으로 하는 직교배열에 따른 3수준계의 일부실시법(factorial factorial design)^(7,21)에 의하여 27개의 처리구를 Table2와 같이 조합하였다. 또한 이들 7개의 각 배합성분이 모두 조직감특성에 영향을 미치는 요인으로 가정하여 7개의 변수로 보고 다음과 같이 2차 회귀 방정식을 모형식으로 설정 하였다.

$$Y_i = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5 + b_6X_6 + b_7$$

$$X_7 + b_{11}X_1^2 + b_{22}X_2^2 + b_{33}X_3^2 + b_{44}X_4^2 + b_{55}X_5^2 + b_{66}X_6^2 + b_{77}X_7^2 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{14}X_1X_4 + b_{15}X_1X_5 + b_{16}X_1X_6 + b_{17}X_1X_7 + b_{23}X_2X_3 + b_{24}X_2X_4$$

$$X_4 + b_{25}X_2X_5 + b_{26}X_2X_6 + b_{27}X_2X_7 + b_{34}X_3X_4 + b_{35}X_3X_5 + b_{36}X_3X_6 + b_{37}X_3X_7 + b_{45}X_4X_5 + b_{46}X_4X_6 + b_{47}X_4X_7 + b_{56}X_5X_6 + b_{57}X_5X_7 + b_{67}X_6X_7$$

Table 1. Normal composition and increment of Ginseng Jelly formula

Ingredient	Weight (g)	(%)	Increment (g)
A. Water	20	14.62	±10
B. Sucrose	50	36.55	±20
C. Glucose syrup ¹	40	29.24	±16
D. Gelatin (33% sol. 230 bloom)	18	13.16	± 6
E. Gum arabic (33% sol.)	3	2.19	± 1.5
F. Citric acid (33% sol.)	1.5	1.10	± 1.5
G 홍삼 H ₂ O-Ext. (37% sol.)	4.3	3.14	± 4.3
Total	136.8	100.00	

Table 2. Treatment combinations with corresponding compositions

Treatment	Coded level							Composition (%)						
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	A	B	C	D	E	F	G
1	0	0	0	0	0	0	0	12.90	38.71	30.97	15.48	1.94	0	0
2	0	0	1	0	1	0	1	10.07	30.21	40.28	12.08	3.02	0	4.33
3	0	0	2	0	2	0	2	8.26	24.77	46.24	9.91	3.72	0	7.10
4	0	1	2	1	1	1	0	6.80	33.99	38.07	12.24	2.04	1.02	5.85
5	0	1	0	1	2	1	1	8.90	44.52	21.37	16.03	4.01	1.34	3.83
6	0	1	1	1	0	1	2	7.72	38.58	30.86	13.89	1.16	1.16	6.64
7	0	2	1	2	2	2	0	6.60	46.20	26.40	15.84	2.97	1.98	0
8	0	2	2	2	0	2	1	5.92	41.47	33.18	14.22	0.89	1.78	2.55
9	0	2	0	2	1	2	2	7.01	49.09	16.83	16.83	2.10	2.10	6.03
10	1	0	2	1	1	2	0	15.38	23.08	43.08	13.85	2.31	2.31	0
11	1	0	0	1	2	2	1	19.27	28.90	23.12	17.34	4.34	2.89	4.14
12	1	0	1	1	0	2	2	16.52	24.37	33.03	14.86	1.24	2.48	7.10
13	1	1	1	2	2	0	0	14.44	36.10	28.88	17.33	3.25	0	0
14	1	1	2	2	0	1	1	12.84	32.09	35.94	15.40	0.96	0	2.76
15	1	1	0	2	1	0	2	15.43	38.58	18.52	18.52	2.31	0	6.64
16	1	2	0	0	0	1	0	15.50	54.26	18.60	9.30	1.16	1.16	0
17	1	2	1	0	1	1	1	13.26	46.42	26.53	7.96	1.99	0.99	2.85
18	1	2	2	0	2	1	2	11.59	40.56	32.44	6.95	2.61	0.87	4.98
19	2	0	1	2	2	1	0	23.08	23.08	30.77	18.46	3.46	1.15	0
20	2	0	2	2	0	1	1	20.37	20.87	38.02	16.29	1.02	1.02	2.92
21	2	0	0	2	1	1	2	24.77	24.77	19.82	19.82	2.48	1.24	7.10
22	2	1	0	0	0	2	0	24.90	41.49	19.92	9.96	1.24	2.49	0
23	2	1	1	0	1	2	1	21.08	35.14	28.01	8.43	2.11	2.11	3.02
24	2	1	2	0	2	2	2	18.28	30.47	34.13	7.31	2.74	1.83	5.24
25	2	2	2	1	1	0	0	16.95	39.55	31.64	10.71	1.69	0	0
26	2	2	0	1	2	0	1	19.89	46.42	15.92	11.94	2.98	0	2.85
27	2	2	1	1	0	0	2	17.85	41.64	23.80	10.71	0.89	0	5.12

젤리제조

동일한 용량의 비이커에 물을 넣고 70°C 까지 가열하여 설탕, 포도당 시럽 순으로 가한 후 일정한 온도의 hot plate 에서 10분간 농축시킨 다음, 50°C 에서 3시간 동안 별도로 용해시킨 젤라틴과 gum arabic 을 가하고 교반하여 citric acid 액 (33% sol)과 홍삼 H₂O-Ext 를 첨가한 다음 잘 교반하고 바로 일정한 크기의 틀 (mold)에 성형한 후 상온에서 42시간 건조한 것을 시료로 사용하였다. 본 실험에서는 3수준계의 시료를 무작위(random)순서로 3회 반복 실시 하였다.

조직감 측정 및 관능검사

조직감의 기계적 측정⁽²²⁾ rheometer(model R-UDJ-DM,I & T Co., LTD Tokyo)를 사용하여 최대 force 2 kg, Table speed 0.72mm/sec, Chart speed 120mm/min, Compression ratio 0.75의 조건에서 직경 25.6 mm 의 둥근 adapter 를 사용하여 얻은 force-distance curve 로 부터 젤리의 기계적 조직감 특성을 분석하였다. 또한 파넬원을 통한 관능적 조직감 특성 평가와 rheometer 를 통한 기계적 성질과의 상관관계를 알아보기 위하여 기본 배합비율에 준하여 견고성을 달리한 4가지의 시료를 제조하고 선정된 파넬원으로 관능검사를 실시 하였으며, 이들 시료에 대한 기호성을 scoring difference test⁽²³⁾로 조사 분석하였다.

결과 및 고찰

조직감측정 비교

파넬원을 통한 주관적인 관능적 조직감 특성 평가와 rheometer 를 통한 기계적인 성질과의 상관관계를 비교 조사하기 위하여 실시한 관능검사를 분석하여 본 결과는 Table. 3과 같으며 1%의 고도의 유의수준(r=0.9561)이 있는것으로 분석확인되었다. 또한 기호도를 조사하기 위한 scoring difference test 의 분석 결과는 Table. 4와 같으며 이때 시료간 Duncan 의 다범위검정의 결과는 5% 유의수준에서 견고성 1.0kg force 의 시료가 0.5, 1.5, 1.9kg force 의 시료에 비하여 그 기호

Table 3. Analysis of variance for ranking test

Source of variance	DF	SS	MS	F
Samples	3	16.82	5.61	98.165*
Panelists	0			
Error	28	1.60	0.06	
Total	31	18.41		

* p < 0.01

Table 4. Analysis of variance for scoring difference test

Source of variance	DF	SS	MS	F
Samples	3	13.89	4.63	4.248*
Panelists	8	8.56	1.07	0.982
Error	24	26.11	1.09	
Total	35	48.58		

* p < 0.05

선호도가 높은것으로 분석되었다. 따라서 rheometer 를 통한 기계적인 조직감 특성이 주관적인 관능평가의 조직감 특성을 대신하여 평가 될 수 있음을 알 수 있었다.

다중회귀분석

무작위한 순서로 3회 반복하여 얻은 data 를 IBM 4341 컴퓨터에 SAS program package 를 이용하여 최소자승법(least square method)에 의한 stepwise 방식으로 다중회귀분석한 결과는 Table 5와 같으며 이때 구한 회귀방정식(multiple regression equation)은

$$Y = 1.546 - 0.328X_1 - 0.256X_2 - 0.456X_3 + 0.411X_4 - 0.139X_5 + 0.183X_1X_3$$

로 나타났다. 제품의 견고성에 영향을 주는 독립변수는 6개 이며 1차적인 영향은 설탕, 포도당 시럽, 젤라틴이 0.01% 이내의 유의수준으로 그리고 수분, citric acid 는 1% 이내의 고도의 유의수준으로 상관관계를 보여 주었다. 그러나 gum arabic 과 홍삼 H₂O-Ext 의 1차적인 영향은 보이지 않았으며 1차적으로는 높은 상관관계를 보인 수분, 설탕, 포도당 시럽, 젤라틴, citric acid 의 교호작용은 수분과 포도당 시럽 사이에서만 1%이내의 유의수준에서 확인되었다. 즉 제품의 견고성에 미치는 각 구성성분의 영향은 주로 1차적으로 포도당 시럽>젤라틴>설탕>수분>citric acid 의 순으로 나타났으며 이중 수분과 포도당 시럽의 경우는 교호작용에 의한 영향도 매우 큰 것으로 나타났다. 또한 이 다중회귀방정식의 R_A²치는 0.8660으로 분석되었

Table 5. Multiple regression analysis of variance for hardness

Source of Variance	DF	SS	MS	F
Regression	6	6.2213	1.0368	27.03*
Error	19	0.7051	0.0371	
Total	25	0.9265		R ² =0.8982 R _A ² =0.8660

* p < 0.0001

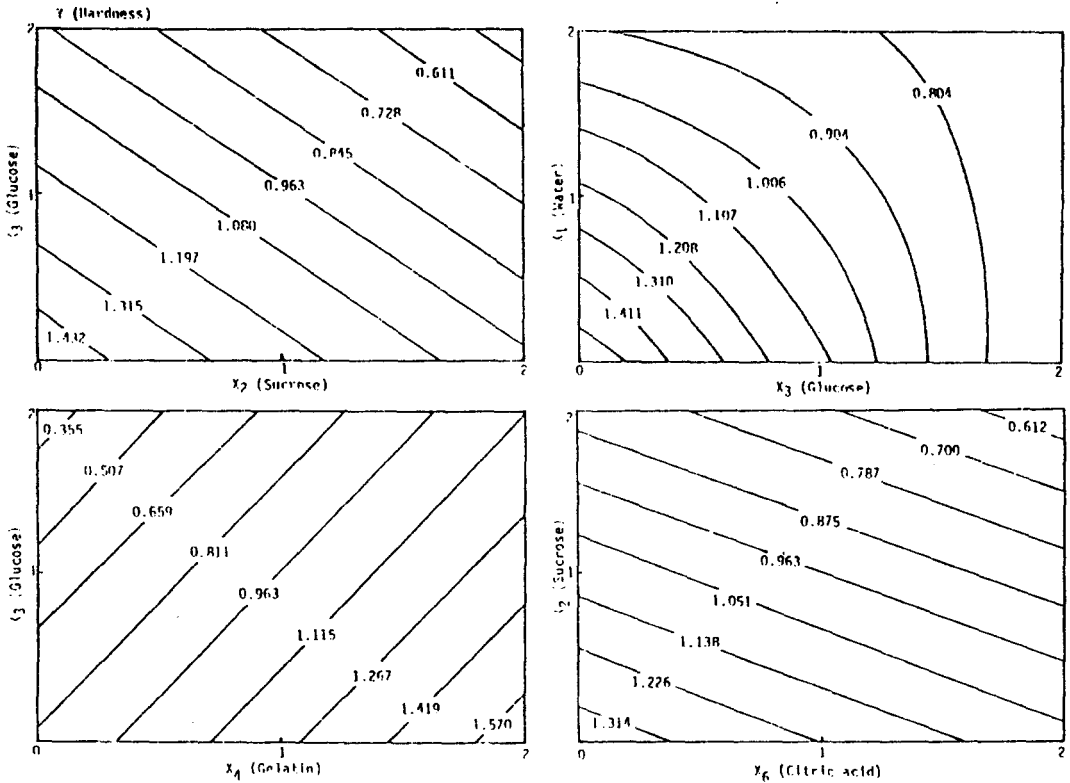


Fig. 1. Response surface contours of X_2X_3 (sucrose ratio \times glucose ratio), X_3X_1 (glucose ratio \times water ratio), X_4X_3 (gelatin ratio \times glucose ratio), X_6X_2 (citric acid ratio \times sucrose ratio) for hardness

다. 따라서 이 회귀방정식으로 부터 최종 제품에 관능적으로 우수한 견고성을 줄 수 있는 각 구성성분들의 범위를 미리 예측할 수 있었다. 한편 젤리를 구성하는 각 성분이 최종 제품의 견고성에 미치는 경향을 나타내 보면 Fig. 1과 같으며 이때에 그림에 표시된 독립변수 이외의 다른 성분들은 모두 정상수준인 1수준에 있다.

요 약

검 형태의 인삼젤리에 대하여 조직감 특성 중 견고성을 반응표면 실험계획법으로 조사하여 본 결과 각 성분이 제품의 견고성에 미치는 영향을 회귀방정식 ($R^2=0.8660$)으로 나타낼 수 있었고, 2가지 원료가 견고성에 미치는 경향을 등고선 그림(response surface contour)을 통하여 관찰 하였다. 1차적인 영향은 구성 성분 중 포도당 시럽>젤라틴>설탕>수분>crtric acid 순이었으며 이중 수분과 포도당 시럽의 경우는 교호작용에 의한 영향도 매우 큰 것으로 나타났다.

문 헌

1. 이철호, 채수규, 이진근, 박봉상 : 식품공업 품질관리론, 유림 문화사, p.45(1982)
2. Szczesniak, A.S.: *J. Food Sci.*, **28**, 305 (1963)
3. Szczesniak, A.S., Brandt, M.A. and Fried man, H.H.: *J. Food Sci.*, **28**, 397 (1963)
4. Lee, C.H., Imoto, E.M. and Rha, C.: *J. Food Sci.*, **43**, 1600 (1978)
5. Henry, W.F., Katz, M.H., Pilgrim, F.J. and May, A.T.: *J. Food Sci.*, **36**, 155 (1971)
6. Smith, H. and Rose, A.: *Industrial and Engineering Chemistry*, **55**(7), 25 (1963)
7. Henika, R.G.: *Cereal Science Today*, **17**(10), 309 (1972)
8. Kissel, L.T. and Marschall, B.D.: *Cere. Chem.*, **39**(1), 16 (1962)
9. Donelson, D.H. and Wilson, J.T.: *Cere. Chem.*, **37**(5), 241 (1960)
10. MacDonald, I.A. and Bly, D.A.: *Cere. Chem.* **43**(9), 571 (1966)
11. Kissel, L.T.: *Cere. Chem.* **44**(5), 253 (1967)
12. Carol, L.L., Cheryan, M. and Devor, R.E.: *J. Food Sci.*, **45**, 1720 (1980)

13. Elgedaily, A., Campbell, A.M. and Penfield, M.P.: *J. Food Sci.*, **47**, 806 (1982)
 14. Smith L.M., Cartr, M.B. and Dairiki, T.: *J. Agr. Food Chem.*, **25**(3), 647 (1977)
 15. Ahmed, E.M., Cornell, J. A. and Deng, J.C.: *J. Food Sci.*, **48**, 1078 (1983)
 16. Sullivan, J.F. and Craig, J.C. Jr.: *J. Food Sci.*, **47**, 445 (1982)
 17. Sullivan, J.F., Craig J.C. Jr. and Konstance R.P.: *J. Food Sci.*, **45**, 1550 (1980)
 18. 김동훈 : 식품화학, 탐구당, p. 555(1980)
 19. Tiemstra, P.J.: *J. Food Technol.* **22**(9), 1151 (1968)
 20. Radley, J.A.: *Starch Production Technology* Vol. 1, Applied Science Publishers Ltd., p. 469 (1982)
 21. 박성현 : 현대실험계획법, 대영사, p. 572, p. 505 (1983)
 22. Friedman, H.H., Whitney, J.E. and Szczesniak, A.S.: *J. Food Sci.*, **28**, 390 (1963)
 23. Larmond, E.: *Methods for Sensong Evaluation of Food*, Canada Department of Agriculture, p. 27 (1973)
-
- (1986년 4월 9일 접수)